

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-327018

(43)Date of publication of application : 19.11.2003

(51)Int.Cl. B60K 41/28
 B60K 41/00
 B60R 21/00
 B62D 6/00
 F02D 11/02
 G08G 1/16
 // B60T 7/12
 B62D101:00
 B62D137:00

(21)Application number : 2002-138266

(71)Applicant : NISSAN MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 14.05.2002

(72)Inventor : YAMAMURA TOSHIHIRO

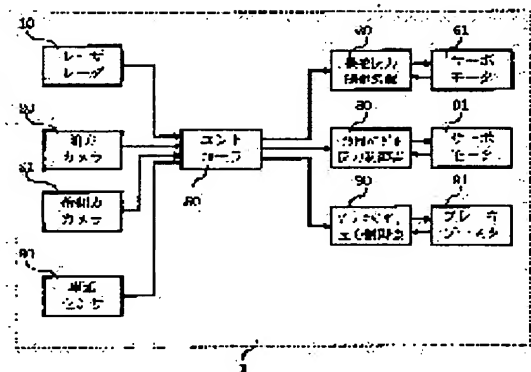
(54) VEHICLE DRIVING ASSIST DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a vehicle driving assist device for appropriately assisting driving by a driver in longitudinal and lateral directions.

SOLUTION: This vehicle driving assist device 1 is provided with obstacle detecting means 10, 20, 21, 30 for detecting an obstacle around an own vehicle; an obstacle recognizing means 50 for respectively detecting an existing direction, a relative distance and a relative speed against the own vehicle according to a detection state of the obstacle detection means 10, 20, 21, 30; a risk level judging means 50 for calculating a risk level against the obstacle of the own vehicle according to the obstacle recognizing means 50; and vehicle apparatus operation quantity control means 60, 80, 90 for controlling operation of vehicle apparatuses in order to promote the driving operation of the own vehicle by a driver associated with longitudinal and lateral movements according to a signal from the risk level judging means 50; and a distribution adjustment means 50 for respectively adjusting the distribution of the control amount in the longitudinal and lateral directions at the vehicle apparatus operation quantity control means 60, 80, 90.

(図1)



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.11.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-327018

(P2003-327018A)

(43) 公開日 平成15年11月19日 (2003. 11. 19)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
B 6 0 K 41/28		B 6 0 K 41/28	3 D 0 3 2
41/00	3 0 1	41/00	3 0 1 A 3 D 0 4 1
			3 0 1 F 3 D 0 4 6
			3 0 1 G 3 G 0 6 5
B 6 0 R 21/00	6 2 1	B 6 0 R 21/00	6 2 1 C 5 H 1 8 0

審査請求 未請求 請求項の数18 .OL (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-138266 (P2002-138266)

(22) 出願日 平成14年5月14日 (2002. 5. 14)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

(72) 発明者 山村 智弘

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産
自動車株式会社内

(74) 代理人 100084412

弁理士 永井 冬紀

最終頁に続く

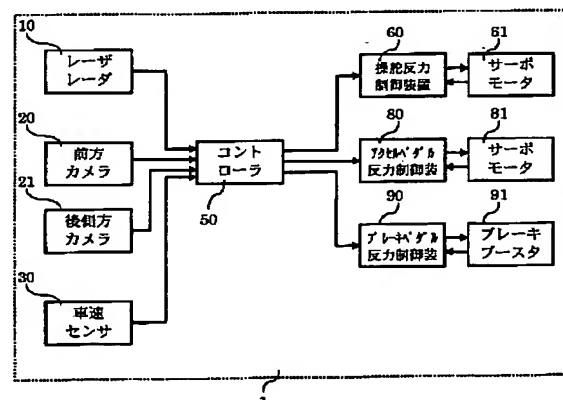
(54) 【発明の名称】 車両用運転操作補助装置

(57) 【要約】

【課題】 運転者による前後方向および左右方向の運転操作を適切にアシストすることができる車両用運転操作補助装置を提供する。

【解決手段】 車両用運転操作補助装置 1 は、自車両の周囲に存在する障害物を検出する障害物検出手段 10、20、21、30 と、障害物検出手段 10、20、21、30 による検出状況に基づいて、自車両に対する障害物の存在方向、相対距離および相対速度をそれぞれ検出する障害物認識手段 50 と、障害物認識手段 50 からの信号に基づいて、自車両の障害物に対するリスク度を算出するリスク度判定手段 50 と、リスク度判定手段 50 からの信号に基づいて、運転者による自車両の前後運動および左右運動に関わる運転操作を促すように、車両機器の作動を制御する車両機器操作量制御手段 60、80、90 と、車両機器操作量制御手段 60、80、90 における前後方向の制御量および左右方向の制御量の配分をそれぞれ調整する配分調整手段 50 とを有する。

【図 1】



【特許請求の範囲】

【請求項1】自車両の周囲に存在する障害物を検出する障害物検出手段と、

前記障害物検出手段による検出状況に基づいて、前記自車両の障害物に対するリスク度を算出するリスク度判定手段と、

前記リスク度判定手段からの信号に基づいて、運転者による前記自車両の前後運動および左右運動に関わる運転操作を促すように、車両機器の作動を制御する車両機器操作量制御手段と、

前記車両機器操作量制御手段における前後方向の制御量および左右方向の制御量の配分をそれぞれ調整する配分調整手段とを有し、運転者の操作を補助することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項2】自車両の周囲に存在する障害物を検出する障害物検出手段と、

前記障害物検出手段による検出状況に基づいて、前記自車両に対する障害物の存在方向、相対距離および相対速度をそれぞれ検出する障害物認識手段と、

前記障害物認識手段からの信号に基づいて、前記自車両の障害物に対するリスク度を算出するリスク度判定手段と、

前記リスク度判定手段からの信号に基づいて、運転者による前記自車両の前後運動および左右運動に関わる運転操作を促すように、車両機器の作動を制御する車両機器操作量制御手段と、

前記車両機器操作量制御手段における前後方向の制御量および左右方向の制御量の配分をそれぞれ調整する配分調整手段とを有し、運転者の操作を補助することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項3】請求項2に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記リスク度判定手段は、前記自車両から障害物までの相対距離を相対速度で割った余裕時間を算出し、その余裕時間の関数として障害物に対するリスク度を算出することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項4】請求項3に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記リスク度判定手段は、検出される前記相対距離および前記相対速度のばらつきを考慮して前記余裕時間を算出することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項5】請求項4に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記障害物検出手段は、障害物を検出する際にその種別を検出し、

前記リスク度判定手段は、前記障害物の種別に応じて、前記相対距離および前記相対速度のばらつきを大きく変更することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項6】請求項4に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記障害物検出手段は、複数の異なる検出器を用いて障害物を検出し、

前記リスク度判定手段は、前記障害物を検出した前記検出器の種別に応じて、前記相対距離および前記相対速度のばらつきの大きさを変更することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項7】請求項3、請求項4または請求項6のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、

前記障害物検出手段は、障害物を検出する際にその種別を検出し、

前記リスク度判定手段は、前記障害物の種別に応じて障害物の重みを決定し、この重みを考慮した障害物の余裕時間を用いて前記リスク度を算出することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項8】請求項5に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記リスク度判定手段は、前記障害物の種別に応じて、さらに障害物の重みを決定し、この重みをも考慮した障害物の余裕時間を用いて前記リスク度を算出することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項9】請求項2に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記配分調整手段は、前記障害物認識手段によって検出される障害物への方向に応じて、前記リスク度判定手段によって算出されるリスク度の前後方向および左右方向の配分を算出し、算出したリスク度の前後方向および左右方向の配分に基づいて、前後方向制御量および左右方向制御量の配分を決定することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項10】請求項2に記載の車両用運転操作補助装置において、

現在予測される将来の前後方向および左右方向の操作量変化による、障害物に対するリスク度の変化を予測するリスク度変化予測手段をさらに有し、

前記配分調整手段は、前記リスク度変化予測手段によって予測される、障害物に対するリスク度変化量に応じて前後方向制御量および左右方向制御量の配分を決定することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項11】請求項2に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記障害物検出手段によって検出される障害物は複数であり、

前記リスク度判定手段で算出された各障害物に対するリスク度を積算し、総合的なリスク度の発生する方向を算出する全リスク度方向算出手段をさらに有し、

前記配分調整手段は、前記リスク度算出手段によって算出された全リスク度方向を考慮して、前後方向制御量および左右方向制御量の配分を決定することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項12】請求項1から請求項11のいずれかに記

載の車両用運転操作補助装置において、前記車両機器操作量制御手段は、少なくとも、アクセルペダルに発生させる操作反力を制御するアクセルペダル反力制御手段を備えることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項13】請求項1から請求項12のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、前記車両機器操作量制御手段は、少なくとも、ブレーキペダルに発生させる操作反力を制御するブレーキペダル反力制御手段を備えることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項14】請求項1から請求項13のいずれかに記載の車両用運転操作補助装置において、前記車両機器操作量制御手段は、少なくとも、ハンドルの操舵反力を制御する操舵反力制御手段を備えることを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項15】自車両の周囲に存在する障害物を検出する障害物検出手段と、

前記障害物検出手段による検出状況に基づいて、前記自車両に対する障害物の存在方向、相対距離および相対速度をそれぞれ検出する障害物認識手段と、

前記障害物認識手段からの信号に基づいて、前記自車両の障害物に対するリスク度を算出するリスク度判定手段と、

アクセルペダルに発生させる操作反力を制御するアクセルペダル反力制御手段、ブレーキペダルに発生させる操作反力を制御するブレーキペダル反力制御手段、およびハンドルの操舵反力を制御する操舵反力制御手段を備え、前記リスク度判定手段からの信号に基づいて、運転者による前記自車両の前後運動および左右運動に関わる運転操作を促すように、前記アクセルペダル、前記ブレーキペダルおよび前記ハンドルの作動をそれぞれ制御する車両機器操作量制御手段と、

前記車両機器操作量制御手段における前後方向の制御量および左右方向の制御量の配分をそれぞれ調整する配分調整手段とを有し、運転者の操作を補助することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項16】自車両の周囲に存在する障害物を検出する障害物検出手段と、

前記障害物検出手段による検出状況に基づいて、前記自車両に対する障害物の存在方向、相対距離および相対速度をそれぞれ検出する障害物認識手段と、

前記障害物認識手段からの信号に基づいて、前記自車両の障害物に対するリスク度を算出し、前後方向および左右方向の総合的なリスク度をそれぞれ算出する総合的なリスク度判定手段と、

前記総合的なリスク度判定手段によって算出される前後方向および左右方向の総合的なリスク度に応じて、前記自車両の前後運動および左右運動に関わる車両機器の前後方向の制御量および左右方向の制御量の配分を調整する

配分調整手段と、

前記配分調整手段からの信号に基づいて、運転者による前後方向および左右方向の運転操作を促すように、前記車両機器の作動を制御する車両機器操作量制御手段とを有し、運転者の操作を補助することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項17】請求項16に記載の車両用運転操作補助装置において、

前記総合的なリスク度判定手段は、前記自車両から障害物までの相対距離を相対速度で割った余裕時間を算出し、その余裕時間の関数として障害物に対するリスク度を算出し、算出したリスク度の前後方向成分および左右方向成分をそれぞれ加算して前後方向および左右方向の総合的なリスク度をそれぞれ算出することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【請求項18】自車両の周囲に存在する障害物を検出し、

検出される障害物状況に基づいて、前記自車両に対する障害物の存在方向、相対距離および相対速度をそれぞれ検出し、

検出される障害物の存在方向、相対距離および相対速度に基づいて、前記自車両の障害物に対するリスク度を算出し、前後方向および左右方向の総合的なリスク度をそれぞれ算出し、

算出される前後方向および左右方向の総合的なリスク度に応じて、前記自車両の前後運動および左右運動に関わる車両機器の前後方向の制御量および左右方向の制御量の配分を調整し、

前記前後方向の制御量および前記左右方向の制御量に基づいて、運転者による前後方向および左右方向の運転操作を促すように、前記車両機器の作動を制御し、運転者の操作を補助することを特徴とする車両用運転操作補助装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、運転者の操作を補助する車両用運転操作補助装置に関する。

【0002】

【従来の技術】運転者の操作を補助する車両用運転操作補助装置として、特開平10-211886号公報に開示されたものが知られている。この車両用運転操作補助装置では、車両周囲の状況（障害物）を検出し、その時点における潜在的リスク度を求める。そして、算出したリスク度に基づいて操舵補助トルクを制御することにより、危険な状況へ至ろうとする操舵操作を抑制する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したような車両用運転操作補助装置は、特定の適切でない状況での操作の禁止を促すものであり、操舵と加減速の両方の操作を必要とするような複雑な状況では、適切な

方向へ各操作を促すことは困難であった。

【0004】本発明は、運転者による前後方向および左右方向の運転操作を適切にアシストすることができる車両用運転操作補助装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明による車両用運転操作補助装置は、自車両の周囲に存在する障害物を検出する障害物検出手段と、障害物検出手段による検出状況に基づいて、自車両の障害物に対するリスク度を算出するリスク度判定手段と、リスク度判定手段からの信号に基づいて、運転者による自車両の前後運動および左右運動に関わる運転操作を促すように、車両機器の作動を制御する車両機器操作量制御手段と、車両機器操作量制御手段における前後方向の制御量および左右方向の制御量の配分をそれぞれ調整する配分調整手段とを有し、運転者の操作を補助する。

【0006】

【発明の効果】障害物に対するリスク度に基づいて前後・左右方向の運転操作を促すための制御量を調整するので、各障害物によるリスク度の分布に応じて、運転者による前後・左右方向の運転操作を適切に補助することができる。

【0007】

【発明の実施の形態】《第1の実施の形態》本発明の第1の実施の形態による車両用運転操作補助装置について、図面を用いて説明する。図1は、本発明の第1の実施の形態による車両用運転操作補助装置1の構成を示すシステム図であり、図2は、車両用運転操作補助装置1を搭載する車両の構成図である。

【0008】まず、車両用運転操作補助装置1の構成を説明する。レーザレーダ10は、車両の前方グリル部もしくはバンパ部等に取り付けられ、水平方向に赤外光パルスを操作する。レーザレーダ10は、前方にある複数の反射物（通常、前方車の後端）で反射された赤外光パルスの反射波を計測し、反射波の到達時間より、複数の前方車までの車間距離とその存在方向を検出する。検出した車間距離及び存在方向はコントローラ50へ出力される。なお、本実施の形態において、前方物体の存在方向は、自車両に対する相対角度として表すことができる。レーザレーダ10によりスキャンされる前方の領域は、自車正面に対して±6deg程度であり、この範囲内に存在する前方物体が検出される。なお、レーザレーダ10は、前方車両までの車間距離およびその存在方向だけでなく、自車前方に存在する歩行者等の障害物までの相対距離およびその存在方向を検出する。

【0009】前方カメラ20は、フロントウィンドウ上部に取り付けられた小型のCCDカメラ、またはCMOSカメラ等であり、前方道路の状況を画像として検出し、コントローラ50へと出力する。前方カメラ20による検知領域は水平方向に±30deg程度であり、こ

の領域に含まれる前方道路風景が画像として取り込まれる。

【0010】後側方カメラ21は、リアウィンドウ上部の左右端付近に取り付けられた2つの小型のCCDカメラ、もしくはCMOSカメラ等である。後側方カメラ21は、自車後方の道路、特に隣接車線上の状況を画像として検出し、コントローラ50へと出力する。

【0011】コントローラ50は、車両用運転操作補助装置1全体の制御を行う。コントローラ50は、車速センサ30から入力される自車速と、レーザレーダ10から入力される距離情報と、前方カメラ20および後側方カメラ21から入力される車両周辺の画像情報とから、自車両周囲の障害物状況を検出する。なお、コントローラ50は、前方カメラ20および後側方カメラ21から入力される画像情報を画像処理することにより自車両周囲の障害物状況を検出する。ここで、自車両周囲の障害物状況としては、自車両前方を走行する他車両までの車間距離、隣接車線を自車両後方から接近する他車両の有無と接近度合、および車線識別線（白線）に対する自車両の左右位置、つまり相対位置と角度、さらに車線識別線の形状などである。また、自車両前方を横断する歩行者や二輪車等も障害物状況として検出される。コントローラ50は、検出した障害物状況に基づいて各障害物に対する自車両のリスク度を算出する。さらに、コントローラ50は、それぞれの障害物に対するリスク度を総合して自車両周囲の総合的なリスク度を算出し、以下のようにリスク度に応じた制御を行う。

【0012】本発明の第1の実施の形態による車両用運転操作補助装置1は、アクセルペダル・ブレーキペダルの踏み込み操作やハンドル（ステアリングホイール）操舵操作の際に発生する反力を制御することによって、運転者による自車両の加減速操作や操舵操作を補助し、運転者の運転操作を適切にアシストするものである。そこで、コントローラ50は、自車両周囲の各障害物に対するリスク度を、それぞれ車両前後方向および左右方向に分けて加算し、それぞれの加算結果から車両前後方向の反力制御量および車両左右方向の反力制御量を算出する。コントローラ50は、算出した前後方向の反力制御量をアクセルペダル反力制御装置80およびブレーキペダル反力制御装置90へと出力し、算出した左右方向の反力制御量を操舵反力制御装置60へと出力する。つまり、コントローラ50は、反力制御量を前後方向および左右方向のリスク度に応じて、前後方向および左右方向に配分する配分調整手段として機能する。

【0013】操舵反力制御装置60は、車両の操舵系に組み込まれ、コントローラ50から出力される反力制御量に応じて、サーボモータ61で発生させるトルクを制御する。サーボモータ61は、操舵反力制御装置60からの指令値に応じて発生させるトルクを制御し、運転者がハンドルを操作する際に発生する操舵反力を任意に制

御することができる。

【0014】アクセルペダル反力制御装置80は、コントローラ50から出力される反力制御量に応じて、アクセルペダル82のリンク機構に組み込まれたサーボモータ81で発生させるトルクを制御する。サーボモータ81は、アクセルペダル操作反力制御装置80からの指令値に応じて発生させる反力を制御し、運転者がアクセルペダル82を操作する際に発生する踏力を任意に制御することができる。

【0015】ブレーキペダル反力制御装置90は、コントローラ50から出力される反力制御量に応じて、ブレーキブースタ91で発生させるブレーキアシスト力を制御する。ブレーキブースタ91は、ブレーキペダル反力制御装置90からの指令値に応じて発生させるブレーキアシスト力を制御し、運転者がブレーキペダル92を操作する際に発生する踏力を任意に制御することができる。ブレーキアシスト力が大きいほどブレーキペダル操作反力は小さくなり、ブレーキペダル92を踏み込みやすくなる。なお、ここでは、ブレーキブースタ91によってエンジンの負圧を利用してブレーキアシスト力を発生させているが、これには限定されず、例えばコンピュータ制御による油圧力を用いてブレーキアシスト力を発生させることもできる。

【0016】次に第1の実施の形態による車両用運転操作補助装置1の作用を説明する。その作用の概略を以下に述べる。

【0017】コントローラ50により、自車両の走行車速、および自車両と自車前方や後側方に存在する他車両との相対位置やその移動方向と、自車両の車線識別線（白線）に対する相対位置等の自車両周囲の障害物状況を認識する。コントローラ50は、認識した障害物状況に基づいて、各障害物に対する自車両のリスク度を求める。コントローラ50はさらに、各障害物に対するリスク度を前後・左右方向の成分毎に加算することにより、前後方向の反力制御量および左右方向の反力制御量を算出する。

【0018】算出された前後方向の反力制御量は、前後方向の反力制御指令値として、アクセルペダル反力制御装置80およびブレーキペダル反力制御装置90へ出力される。アクセルペダル反力制御装置80およびブレーキペダル反力制御装置90は、それぞれ入力された反力制御指令値に応じて、サーボモータ81およびブレーキブースタ91を制御することにより、アクセルペダル反力特性およびブレーキペダル反力特性を変更する。アクセルペダル・ブレーキペダル反力特性を変更することにより、運転者の実際のアクセルペダル操作量およびブレーキペダル操作量を適切な値に促すように制御する。

【0019】一方、算出された左右方向の反力制御量は、左右方向の反力制御指令値として、操舵反力制御装置60へ出力される。操舵反力制御装置60は、入力さ

れた制御反力指令値に応じて、サーボモータ61を制御することにより、操舵反力特性を変更する。操舵反力特性を変更することにより、運転者の実際の操舵角を適正な操舵角に促すように制御する。

【0020】上述した制御において、どのように反力特性指令値、すなわち反力制御指令値を決定するかについて、以下に、図3を用いて説明する。図3は、本発明の第1の実施の形態によるコントローラ50における運転操作補助制御処理の処理手順を示すフローチャートである。なお、本処理内容は、一定間隔、例えば50ms毎に連続的に行われる。

【0021】コントローラ50の処理フロー（図3）

まず、ステップS110で走行状態を読み込む。ここで、走行状態は、自車周囲の障害物状況を含む自車両の走行状況に関する情報である。そこで、レーザレーダ10により検出される前方走行車までの相対距離や相対角度と、前方カメラ20からの画像入力に基づく自車両に対する白線の相対位置、すなわち左右方向の変位と相対角度、白線の形状および前方走行車までの相対距離や相対角度と、後側方カメラ21からの画像入力に基づく隣接車線後方に存在する走行車両までの相対距離や相対角度と、車速センサ30によって検出される自車両の走行車速を読み込む。さらに、前方カメラ20および後側方カメラ21で検出される画像に基づいて、自車周囲に存在する障害物の種別、つまり障害物が四輪車両、二輪車両、歩行者またはその他であるかを認識する。

【0022】ステップS120では、ステップS110で読み込み、認識した走行状態データに基づいて、現在の車両周囲状況を認識する。ここでは、前回の処理周期以前に検出され、不図示のメモリに記憶されている自車両に対する各障害物の相対位置やその移動方向・移動速度と、ステップS110で得られた現在の走行状態データとにより、現在の各障害物の自車両に対する相対位置やその移動方向・移動速度を認識する。そして、自車両の走行に対して障害物となる他車両や白線が、自車両の周囲にどのように配置され、相対的にどのように移動しているかを認識する。

【0023】ステップS130では、認識された各障害物に対する余裕時間（TTC: Time To Collision）を障害物毎に算出する。ここで、障害物kに対する余裕時間TTC_kは、以下の（式1）で求められる。

【数1】

$$\text{【数1】 } \text{TTC}_k = \frac{D_k - \sigma(D_k)}{V_{rk} + \sigma(V_{rk})}$$

（式1）

ここで、D_k: 自車両から障害物kまでの相対距離、V_{rk}: 自車両に対する障害物kの相対速度、σ(D

k)、 $\sigma(Vrk)$ ：相対距離、相対速度のばらつき、をそれぞれ示す。

【0024】相対距離、相対速度のばらつき $\sigma(Dk)$ 、 $\sigma(Vrk)$ は、検出器の不確定性や不測の事態が発生した場合の影響度合の大きさを考慮して、障害物 k を認識したセンサの種類や、認識された障害物 k の種別に応じて設定する。レーザレーダ10は、カメラ、例えばCCD等による前方カメラ20や後側方カメラ21による障害物の検出と比べて、検出距離、つまり自車両と障害物との相対距離の大きさによらず正しい距離を検出することができる。そこで、例えば図4(a)に示すように、レーザレーダ10で障害物 k までの相対距離 Dk を検出した場合は、相対距離 Dk によらず、そのばらつき $\sigma(Dk)$ をほぼ一定値に設定する。一方、カメラ20、21で相対距離 Dk を検出した場合は、相対距離 Dk が大きくなるほどばらつき $\sigma(Dk)$ が指数関数的に増加するように設定する。ただし、障害物 k の相対距離 Dk が小さい場合、レーザレーダで相対距離 Dk を検出した場合に比べて、カメラによってより正確に相対距離を検出することができるので、相対距離のばらつき $\sigma(Dk)$ を小さく設定する。

【0025】例えば図4(b)に示すように、レーザレーダ10で相対距離 Dk を検出した場合、相対速度 Vrk のばらつき $\sigma(Vrk)$ は、相対速度 Vrk に比例して大きくなるように設定する。一方、カメラ20、21で相対距離 Dk を検出した場合、相対速度 Vrk が大きくなるほど相対速度のばらつき $\sigma(Vrk)$ が指数関数的に増加するように設定する。なお、図4(a)、(b)は、検出される障害物が四輪車両である場合の例を示している。

【0026】前方カメラ20、後側方カメラ21によって障害物状況を検出した場合、検出画像に画像処理を行うことによって障害物の種別を認識することができる。そこで、図5(a)、(b)に示すように、認識される障害物の種別に応じて相対距離、相対速度のばらつき $\sigma(Dk)$ 、 $\sigma(Vrk)$ を設定する。図5(a)、(b)には、障害物 k として四輪車両、二輪車両、歩行者およびレーンマーカ(白線)が検出された場合のばらつき $\sigma(Dk)$ 、 $\sigma(Vrk)$ をそれぞれ示している。

【0027】カメラ20、21による相対距離 Dk の検出は、障害物 k の大きさが大きいほどその検出精度が高いため、例えば図5(a)に示すように、障害物が四輪車両である場合の相対距離のばらつき $\sigma(Dk)$ を二輪車両や歩行者の場合のばらつき $\sigma(Dk)$ に比べて小さく設定する。一方、相対速度のばらつき $\sigma(Vrk)$ は、例えば図5(b)に示すように、障害物 k 毎に想定される移動速度が大きいほど、ばらつき $\sigma(Vrk)$ が大きくなるように設定する。つまり、四輪車両の移動速度は二輪車両や歩行者の移動速度よりも大きいと想定されるので、相対速度 Vrk が同じ場合、障害物 k が四輪

車両である場合のばらつき $\sigma(Vrk)$ は、二輪車両や歩行者の場合のばらつき $\sigma(Vrk)$ に比べて大きく設定する。なお、図5(a)、(b)に示すように、レーンマーカに対する相対距離、相対速度のばらつき $\sigma(Dk)$ 、 $\sigma(Vrk)$ は、その他の障害物に対する相対距離、相対速度のばらつき $\sigma(Dk)$ 、 $\sigma(Vrk)$ に比べて小さく設定している。

【0028】ステップS140では、ステップS130で算出した余裕時間TTCを用いて、各障害物 k に対するリスク度 RPk を算出する。ここで、各障害物 k に対するリスク度 RPk は以下の(式2)で求められる。

【数2】

$$RP_k = \frac{1}{TTC_k} \times W_k$$

(式2)

ここで、 wk ：障害物 k の重みを示す。(式2)に示すように、リスク度 RPk は余裕時間TTCの逆数を用いて、余裕時間TTC k の関数として表されており、リスク度 RPk が大きいほど障害物 k への接近度合が大きいことを示している。

【0029】障害物 k 毎の重み wk は、検出された障害物の種別に応じて設定する。例えば、障害物 k が四輪車両、二輪車両あるいは歩行者である場合、自車両が障害物 k に近接した場合の重要度、つまり影響度が高いため、重み $wk=1$ に設定する。一方、障害物 k がレーンマーカである場合、自車両が近接あるいは接触した場合の重要度はその他の障害物に比べて相対的に小さくなるため、例えば重み $wk=0.5$ 程度に設定する。また、同じレーンマーカでも、その向こう側に隣接車線が存在する場合と、レーンマーカの向こう側に車線が存在せずガードレールのみの場合では、自車両の近接時の重要度が異なるため、重み wk を異なるように設定することができる。

【0030】レーンマーカは、自車両に対する存在方向が一つの方に定まるものではなく、ある存在方向範囲に分布するものである。そこで、レーンマーカについては、微小角度に分割してそれぞれのリスク度を算出し、それを存在方向範囲で積分してリスク度 RP_{lane} を算出する。すなわち、レーンマーカに対するリスク度 RP_{lane} は、以下の(式3)で表される。

【数3】

$$RP_{lane} = \int \left(\frac{1}{TTC_{lane}} \times W_{lane} \right) dL$$

(式3)

【0031】ステップS150では、ステップS140で算出した障害物 k 毎のリスク度 RPk から、車両前後方向の成分を抽出して加算し、車両周囲に存在する全障害物に対する総合的な前後方向リスク度を算出する。前後方向リスク度 $RP_{longitudinal}$ は、以下

の(式4)で算出される。なお、各障害物 k に対するリスク度 RP_k は、レーンマーカに対するリスク度 RP_{lane} を含む。

【数4】

$$【数4】 \quad RP_{longitudinal} = \sum_k RP_k \cdot \cos \theta_k$$

(式4)

ここで、 θ_k ：自車両に対する障害物 k の存在方向を示し、障害物 k が車両前方向、つまり自車正面に存在する場合、 $\theta_k = 0$ とし、障害物 k が車両後方向に存在する場合、 $\theta_k = 180$ とする。

【0032】つづくステップS160では、ステップS140で算出した障害物 k 毎のリスク度 RP_k から、車両左右方向の成分を抽出して加算し、車両周囲に存在する全障害物に対する総合的な左右方向リスク度を算出する。左右方向リスク度 $RP_{lateral}$ は、以下の(式5)で算出される。

【数5】

$$【数5】 \quad RP_{lateral} = \sum_k RP_k \cdot \sin \theta_k$$

(式5)

【0033】ステップS170では、ステップS150で算出した前後方向リスク度 $RP_{longitudinal}$ から、前後方向制御指令値、すなわちアクセルペダル反力制御装置80へ出力する反力制御指令値 FA と、ブレーキペダル反力制御装置90へ出力する反力制御指令値 FB とを算出する。前後方向リスク度 $RP_{longitudinal}$ に応じて、リスク度が大きいほど、アクセルペダル82に関しては、アクセルペダル82を戻す方向へ制御反力を発生させ、ブレーキペダル92に関しては、ブレーキペダル92を踏み込みやすい方向へ制御反力を発生させる。

【0034】図6に、前後方向リスク度 $RP_{longitudinal}$ と、アクセルペダル反力制御指令値 FA との関係を示す。図6に示すように、前後方向リスク度 $RP_{longitudinal}$ が所定値 RP_{max} よりも小さい場合、前後方向リスク度 $RP_{longitudinal}$ が大きいほど、大きなアクセルペダル反力を発生させるようにアクセルペダル反力制御指令値 FA を算出する。前後方向リスク度 $RP_{longitudinal}$ が所定値 RP_{max} より大きい場合には、最大のアクセルペダル反力を発生させるように、アクセルペダル反力制御指令値 FA を最大値 FA_{max} に固定する。

【0035】図7に、前後方向リスク度 $RP_{longitudinal}$ と、ブレーキペダル反力制御指令値 FB との関係を示す。図7に示すように、前後方向リスク度 $RP_{longitudinal}$ が所定値 RP_{max} よりも大きい場合、前後方向リスク度 $RP_{longitudinal}$ が大きいほど、小さなブレーキペダル反力を発生させ、すなわち大きなブレーキアシスト力を発生させ

るようにブレーキペダル反力制御指令値 FB を算出する。前後方向リスク度 $RP_{longitudinal}$ が所定値 RP_{max} より大きくなると、最小のブレーキペダル反力を発生させるように反力制御指令値 FB を FB_{min} に固定する。前後方向リスク度 $RP_{longitudinal}$ が所定値 RP_{max} よりも小さい場合は、ブレーキペダル反力制御指令値 FB をゼロに設定し、ブレーキペダル反力特性は変化させない。

【0036】このように、図6、図7に示すように、前後方向リスク度 $RP_{longitudinal}$ が所定値 RP_{max} より小さい場合は、アクセルペダル反力特性を変更し、前後方向リスク度 $RP_{longitudinal}$ の大きさをアクセルペダル操作反力として運転者に知らせる。一方、前後方向リスク度 $RP_{longitudinal}$ が所定値 RP_{max} より大きい場合は、アクセルペダル反力制御指令値を最大として、運転者がアクセルペダル82を開放するように促す。さらに、ブレーキペダル反力制御指令値を小さくして、運転者がブレーキ操作に移行した際にブレーキペダル92を踏み込みやすいように制御する。

【0037】ステップS180では、ステップS160で算出した左右方向のリスク度 $RP_{lateral}$ から、左右方向制御指令値、すなわち操舵反力制御装置60への操舵反力制御指令値 FS を算出する。左右方向のリスク度 $RP_{lateral}$ に応じて、リスク度が大きいほど、ハンドル操舵角を戻す方向、つまりハンドルを中立位置へと戻す方向へ大きな操舵反力を発生させる。図8に、左右方向リスク度 $RP_{lateral}$ と、操舵反力制御指令値 FS との関係を示す。なお、図8において、左右方向リスク度 $RP_{lateral}$ がプラスである場合は、右方向のリスク度であることを示し、左右方向リスク度 $RP_{lateral}$ がマイナスである場合は、左方向のリスク度であることを示している。

【0038】図8に示すように、左右方向リスク度 $RP_{lateral}$ の絶対値が所定値 RP_{max} よりも小さい場合は、リスク度の絶対値が大きくなるほど、ハンドルを中立位置へ戻す方向の操舵反力が大きくなるように操舵反力制御指令値 FS を設定する。左右方向リスク度 $RP_{lateral}$ の絶対値が所定値 RP_{max} よりも大きい場合は、ハンドル操舵角を迅速に中立位置に戻すように、最大の操舵反力制御指令値 FS_{max} を設定する。

【0039】ステップS190では、ステップS170およびステップS180で求めた前後方向制御指令値および左右方向制御指令値を、それぞれアクセルペダル反力制御装置80、ブレーキペダル反力制御装置90および操舵反力制御装置60へ出力し、今回の処理を終了する。

【0040】以上説明したように、コントローラ50によって、自車前方や後側方に存在する他車両の自車両に

対する相対位置やその移動方向、自車両の走行車速、および自車両の車線識別線（白線）に対する相対位置といった走行状況を認識し、認識したデータに基づいて各障害物 k に対するリスク度 RP_k を算出する。各障害物 k に対するリスク度 RP_k の前後方向成分・左右方向成分をそれぞれ加算することにより、自車周囲の障害物状況を考慮した総合的な前後方向へのリスク度および左右方向へのリスク度を算出することができる。さらに、総合的な前後・左右方向へのリスク度に基づいて、運転者による自車両の前後運動および左右運動に関わる運転操作を促すためのアクセルペダル・ブレーキペダルの反力制御指令値 FA 、 FB 、および操舵反力制御指令値 FS を算出することができる。このように、コントローラ50は、総合的な前後・左右方向へのリスク度に応じて、前後方向制御指令値および左右方向制御指令値を設定し、前後方向の制御量と左右方向の制御量の配分を調整する配分調整手段として機能する。とくに、図3のフローチャートのステップS150～ステップS180が、配分調整手段に相当する。

【0041】アクセルペダル・ブレーキペダルの反力制御指令値 FA 、 FB と、操舵反力制御指令値 FS の配分は、各障害物 k に対する個別のリスク度 RP_k を全生涯物に関して前後・左右方向成分毎に加算した、前後・左右方向の総合的なリスク度に基づいて算出される。そのため、第1の実施の形態の車両用運転操作補助装置1による前後・左右方向からの操作反力の合力、つまりアクセルペダル・ブレーキペダル反力および操舵反力の合力は、各々の障害物 k からのリスク度を総合的に加算した方向から発生される。したがって、加減速操作と操舵操作とを組み合わせ、運転者の運転操作をよりリスク度が低い方向へと促すことができる。

【0042】上述したように、本発明の第1の実施の形態においては、以下の様な効果を奏することができる。

(1) 自車両周囲に存在する障害物 k を認識して各障害物 k に対するリスク度 RP_k を算出し、リスク度 RP_k に基づいて、運転者の前後・左右方向の運転操作を適切な方向へ促すために車両機器の制御量の配分を調整する。これにより、各障害物 k によって発生するリスク度 RP_k の分布に応じて、運転者による車両前後方向および車両左右方向の運転操作を適切にアシストすることができる。

(2) 算出した前後方向の制御量に応じて、アクセルペダルに発生させる操作反力を制御するので、運転者による加減速操作を適切にアシストすることができる。

(3) 自車両から自車両周囲に存在する各障害物 k までの距離を相対距離で割った余裕時間 TTC_k を算出し、この余裕時間 TTC_k の関数としてリスク度 RP_k を算出する。ここでは、リスク度 RP_k は、余裕時間 TTC_k の逆数を用いて自車両と障害物 k との接近度合として表されている。これにより、自車両と障害物 k との接近

度合に応じて、前後・左右方向の操作量がより適切なものとなるように運転者の操作をアシストすることが可能となる。

(4) 余裕時間 TTC を算出する際に、検出された自車両と各障害物との距離および相対速度のばらつきを考慮するので、不測の事態が発生した場合の影響度合を考慮して車両機器の制御量を決定することが可能となる。これにより、運転者に安心感を与えるような運転操作補助制御を行うことができる。また、認識される障害物の種別に応じて相対距離および相対速度のばらつき的大小を変更するので、障害物の種別による不測の事態が発生する可能性および影響度合の大きさを考慮して制御量を決定することが可能となる。さらに、複数のセンサを用いて自車周囲の障害物を検出し、障害物を検出したセンサの種別に応じて相対距離および相対速度のばらつき的大小を変更するので、センサ固有の検出性能に応じて、検出の不確定さを考慮した制御量を決定することが可能となる。

(5) 認識される障害物 k の種別に応じて各障害物 k の重みを変更し、各障害物 k の重みを考慮した余裕時間を用いてリスク度 RP_k を算出するので、障害物 k の種別による不測の事態の影響度合の大きさを考慮して制御量を決定することができる。これにより、運転者に安心感を与えるような運転操作補助制御を行うことが可能となる。

(6) 自車両に対する各障害物 k の存在方向に応じてリスク度の前後方向および左右方向の配分を算出し、前後方向制御量および左右方向制御量の配分を決定する。各障害物の存在方向とリスク度の大きさによって前後・左右方向の制御量が決定されるので、障害物の存在方向に応じた操作を適切にアシストすることができる。

(7) 算出した左右方向の制御量に応じて、ハンドル操舵力を制御するので、運転者による操舵操作を適切にアシストすることができる。また、算出した前後方向の制御量に応じて、ブレーキペダルに発生させる操作反力を制御するので、運転者による加減速操作を適切にアシストすることができる。

(8) 各障害物 k に対するリスク度 RP_k から、前後方向および左右方向の総合的なリスク度を算出し、総合的なリスク度に応じて、運転者の前後・左右方向の運転操作を適切な方向へ促すために車両機器の制御量の配分を調整する。これにより、各障害物 k によって発生するリスク度 RP_k の分布に応じて、運転者による車両前後方向および車両左右方向の運転操作を適切にアシストすることができる。余裕時間 TTC_k の逆数を用いて自車両と障害物 k との接近度合、すなわちリスク度を算出し、リスク度の前後方向成分および左右方向成分を加算して総合的な前後方向および左右方向のリスク度を算出する。これにより、自車両と障害物 k との接近度合に応じて、前後・左右方向の操作量がより適切なものとなるよ

うに運転者の操作をアシストすることが可能となる。

【0043】なお、上述した第1の実施の形態においては、余裕時間TTCの逆数に重みwを掛けてリスク度RPを算出したが、これに限定されるものではない。リスク度RPは、余裕時間TTCの関数として定義され、余裕時間TTCが小さくなるほどリスク度RPが大きくなるようなものであれば、同様の効果を得ることができる。

【0044】《第2の実施の形態》本発明の第2の実施の形態による車両用運転操作補助装置について、以下に説明する。第2の実施の形態による車両用運転操作補助装置の構成は、図1および図2を用いて説明した第1の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。ここでは、第1の実施の形態との相違点を主に説明する。以下に、第2の実施の形態の作用の概略を説明する。

【0045】コントローラ50により、自車両の走行車速、および自車両と自車前方や後側方に存在する他車両との相対位置やその移動方向と、自車両の車線識別線（白線）に対する相対位置等の自車両周囲の障害物状況を認識する。コントローラ50は、認識した障害物状況に基づいて、各障害物に対する自車両のリスク度を求める。コントローラ50はさらに、車両前後の操作量、すなわち加減速操作量の現在の値からの変化、および車両左右の操作量、すなわち操舵操作量の現在の値からの変化に対するリスク度の変化を予測し、前後・左右の各操作量変化に対する前後・左右方向のリスク度変化量を算出する。さらに、算出した各リスク度変化量に基づいて、前後方向の反力制御量および左右方向の反力制御量を算出する。

【0046】コントローラ50は、現在の車両前後の加減速の操作量として、アクセルペダル82およびブレーキペダル92の踏み込み量を検出する。これは、アクセルペダル82、ブレーキペダル92にそれぞれストロークセンサを設けて踏み込み量を検出してもよいし、サーボモータ81、ブレーキブースタ91の駆動量から踏み込み量を検出してもよい。また、コントローラ50は、車両左右の操作量としてハンドル操舵角を検出する。

【0047】コントローラ50で算出された前後・左右方向の反力制御量は、反力制御指令値として、アクセルペダル反力制御装置80、ブレーキペダル反力制御装置90および操舵反力制御装置60へそれぞれ出力される。アクセルペダル反力制御装置80、ブレーキペダル反力制御装置90および操舵反力制御装置60は、反力制御指令値に応じて、サーボモータ81、ブレーキブースタ91およびサーボモータ61をそれぞれ制御して反力特性を変更し、運転者の実際のアクセルペダル・ブレーキペダル操作量およびハンドル操舵角を適切な値に促すように制御する。

【0048】上述した制御において、どのように反力特性指令値、すなわち反力制御指令値を決定するかについ

て、以下に、図9を用いて説明する。図9は、本発明の第2の実施の形態によるコントローラ50における運転操作補助制御処理の処理手順を示すフローチャートである。なお、本処理内容は、一定間隔、例えば50msec毎に連続的に行われる。

【0049】-コントローラ50の処理フロー（図9）-

ステップS210からステップS240では、走行状態の読み込み、および各障害物kに対するリスク度RPkの算出の処理を行う。これらの処理は図3を用いて説明した第1の実施の形態と同様であるので、詳細な説明を省略する。

【0050】ステップS250では、現在の車両機器の操作量、つまりアクセル/ブレーキペダルの踏み込み量 θAB と、ハンドル操舵角 θS とを読み込む。アクセル/ブレーキペダル踏み込み量 θAB としては、アクセルペダル82が操作されたときにはアクセルペダル操作量を、ブレーキペダル92が操作された時にはブレーキペダル操作量を検出する。

【0051】ステップS260では、ステップS240で算出した現在の各障害物kに対するリスク度RPkと、ステップS250で読み込んだ現在の各操作量とから、各操作量が現在の値から所定値だけ変化した場合のリスク度RPkの変化を予測する。具体的には、図10に示すように、前後方向については、アクセル/ブレーキペダル踏み込み量 θAB が現在の値に対して ΔAB だけ増加した場合、減少した場合についてそれぞれ自車速の変化を予測し、それによる各障害物kに対するリスク度RPkの変化を算出する。つまり、自車速が変化した後のリスク度を予測する。上述した（式2）に示すように、リスク度RPkは余裕時間TTCkの逆数の関数であり、余裕時間TTCkは自車両と障害物kとの相対速度 Vrk を用いて算出される。つまり、アクセル/ブレーキペダル踏み込み量 θAB の変化によって自車速が変化すると、リスク度RPkも変化する。

【0052】なお、ここでは、リスク度RPkが増加する方向へアクセルペダル82あるいはブレーキペダル92が操作されると、アクセル/ブレーキペダル踏み込み量 θAB が増加すると定義する。例えば、アクセルペダル82の操作量が現在の踏み込み量から増加、あるいはブレーキペダル92の操作量が現在の踏み込み量から減少した場合に、アクセル/ブレーキペダル踏み込み量 θAB が増加したとすることができる。また、走行状況によっては、アクセルペダル操作量が増加した場合、あるいはブレーキペダル操作量が減少した場合に、リスク度RPkが低下することもある。

【0053】また、左右方向については、図10に示すように、ハンドル操舵角 θS が現在の値に対して ΔS だけ増加した場合、減少した場合についてそれぞれ自車両の進行方向の変化を予測し、それによる各障害物kに対

するリスク度 RP_k および障害物 k の自車両に対する方向 θ_k の変化を算出する。ハンドル操舵角 θ_S の変化によって自車両の進行方向が変化すると、自車両と障害物 k との相対位置および相対距離が変化し、これに伴ってリスク度 RP_k も変化する。なお、図10はハンドルが右方向へ操舵された場合の例を示しており、ハンドル操舵角が中立位置にある場合の左右方向操作量 θ_S を0とする。

【0054】ここで、アクセル／ブレーキペダル踏み込み量 θ_{AB} 、ハンドル操舵角 θ_S の変化量 ΔAB 、 ΔS としては、図9に示すコントローラ50における1回の処理が行われる時間で、通常の運転操作によって考えられる操作の変化幅を所定値として決定すればよい。なお、1回の処理が行われる時間は車種や処理内容によって異なるが、例えば0.1～0.2secとする。このときのアクセル／ブレーキペダル踏み込み量の変化量 ΔAB 、ハンドル操舵角の変化量 ΔS は、例えば、それぞれ10mm、5度と設定することができる。ただし、この変化幅は予め設定された所定値に限定されず、学習制御により1回の運転、すなわちイグニッションキーをオンにしてからオフにするまでに操作される操作量の平均値を用いて設定してもよい。

【0055】ステップS270では、ステップS260で算出した各障害物 k に対する現在のリスク度 RP_k および予測される変化量から、総合的な前後方向のリスク度 $RPlongitudinal$ の変化量を算出する。ここで、現在の前後方向操作量 θ_{AB} における総合的な前後方向のリスク度 $RPlongitudinal$

(0)と、操作量が現在値に対して変化した場合の総合的な前後方向のリスク度 $RPlongitudinal$ とを、総合的な前後方向のリスク度 $RPlongitudinal$ の変化量とする。現在の前後方向操作量 θ_{AB} における総合的な前後方向のリスク度 $RPlongitudinal$ (0)は、上述した(式4)を用いて、以下の(式6)で表される。

【数6】

$$【数6】 \quad RP_{longitudinal}(0) = \sum_k RP_k \cdot \cos \theta_k$$

(式6)

【0056】同様に、(式4)を用いて、前後方向操作量が現在の値 θ_{AB} に対して ΔAB だけ増加した場合(+ ΔAB)、および減少した場合(- ΔAB)について、それぞれ前後方向のリスク度($RPlongitudinal$ (+))、 $RPlongitudinal$ (-)を算出する。図11に、現在の前後方向操作量 θ_{AB} に対する前後方向のリスク度 $RPlongitudinal$ (0)、および前後方向操作量 θ_{AB} が変化した場合(+ ΔAB)の前後方向のリスク度 $RPlongitudinal$ (+)を示す。

【0057】ステップS280では、ステップS260

で算出した各障害物 k に対する現在のリスク度 RP_k および予測される変化量から、総合的な左右方向のリスク度 $RPlateral$ の変化量を算出する。ここで、現在の前後方向操作量 θ_S における総合的な左右方向のリスク度 $RPlateral$ (0)と、操作量が現在値に対して変化した場合の総合的な左右方向のリスク度 $RPlateral$ とを、総合的な左右方向のリスク度 $RPlateral$ の変化量とする。現在の左右方向操作量 θ_S における総合的な左右方向のリスク度 $RPlateral$ (0)は、上述した(式5)を用いて、以下の(式7)で表される。

【数7】

$$【数7】 \quad RP_{lateral}(0) = \sum_k RP_k \cdot \sin \theta_k$$

(式7)

【0058】同様に、(式5)を用いて、左右方向操作量が現在の値 θ_S に対して ΔS だけ増加した場合(+ ΔS)、および減少した場合(- ΔS)について、それぞれ左右方向のリスク度($RPlateral$ (+))、 $RPlateral$ (-)を算出する。図12に、現在の左右方向操作量 θ_S に対する左右方向のリスク度 $RPlateral$ (0)、および左右方向操作量 θ_S が変化した場合(+ ΔS)の左右方向のリスク度 $RPlateral$ (+)を示す。なお、図12は、ハンドルが右方向に操作された例を示している。

【0059】ステップS290では、ステップS270で算出した前後方向のリスク度 $RPlongitudinal$ の変化量より、前後方向制御指令値、すなわちアクセルペダル反力制御装置80への反力制御指令値 FA と、ブレーキペダル反力制御装置90への反力制御指令値 FB とを算出する。ここでは、まず、現在の前後方向リスク度 $RPlongitudinal$ (0)に応じて、アクセルペダル82に関しては、リスク度が大きいほどアクセルペダル82を開放する方向へ制御反力を発生させる。また、ブレーキペダル92に関しては、リスク度が大きいほどブレーキペダル92を踏み込みやすい方向へ制御反力を発生させる。したがって、図13に示すように、前後方向リスク度 $RPlongitudinal$ が所定値 RP_{max} よりも小さい場合は、前後方向リスク度 $RPlongitudinal$ が大きいほど大きなアクセルペダル反力が発生するように反力制御指令値 FA (0)を算出する。前後方向リスク度 $RPlongitudinal$ が所定値 RP_{max} よりも大きい場合は、最大の操作反力を発生させるようにアクセルペダル操作反力制御指令値 FA は最大値 FA_{max} に固定する。

【0060】図14に示すように、前後方向リスク度 $RPlongitudinal$ が所定値 RP_{max} より大きい場合、前後方向リスク度 $RPlongitudinal$ が大きくなるほど小さなブレーキペダル反力が発生

するように反力制御指令値 $FB(0)$ を算出する。

【0061】また、前後方向操作量が現在値 θAB に対して $+\Delta AB$ 、 $-\Delta AB$ だけ変化した場合の前後方向リスク度 $RPlongitudinal(+)$ 、 $RPlongitudinal(-)$ について、図13、図14に従って、それぞれアクセルペダル反力制御指令値($FA(+)$ 、 $FA(-)$)、およびブレーキペダル反力制御指令値($FB(+)$ 、 $FB(-)$)を算出する。

【0062】ステップS300では、ステップS280で算出した左右方向のリスク度 $RPlateral$ の変化量より、左右方向制御指令値、すなわち操舵反力制御装置60への反力制御指令値 FS を算出する。ここでは、まず、現在の左右方向リスク度 $RPlateral(0)$ の大きさに応じて、リスク度が大きいほど、ハンドル操舵角を中立位置へ戻す方向へ操舵反力を発生させる。したがって、図15に示すように、左右方向リスク度 $RPlateral(0)$ に応じて操舵反力制御指令値 $FS(0)$ を算出する。また、左右方向操作量が現在値 θS に対して $+\Delta S$ 、 $-\Delta S$ だけ変化した場合の左右方向リスク度 $RPlateral(+)$ 、 $RPlateral(-)$ について、図15に従って、それぞれ操舵反力制御指令値($FS(+)$ 、 $FS(-)$)を算出する。

【0063】ステップS310では、ステップS290およびステップS300で算出した各反力制御指令値 FA 、 FB 、 FS を、それぞれアクセルペダル反力制御指令値80、ブレーキペダル反力制御装置90および操舵反力制御装置60に出力し、今回の処理を終了する。

【0064】アクセルペダル反力制御装置80は、コントローラ50から入力された制御指令値に応じて、サーボモータ81を制御し、図16に示すようにアクセルペダル反力特性を変更する。図16において、反力制御を行わない場合の通常のアクセルペダル反力特性を破線で示す。図16に示すように、操作量 θAB である現在のアクセルペダル反力は、制御指令値に応じて通常よりも $FA(0)$ だけ大きくなっている。さらに、アクセルペダル82が現在の操作量 θAB から $+\Delta AB$ あるいは $-\Delta AB$ だけ操作された場合には、それぞれ通常特性よりも $FA(+)$ 、 $FA(-)$ だけ大きいアクセルペダル反力を発生させる。これにより、現時点でのリスク度をアクセルペダル反力として発生させて運転者のアクセルペダル操作をアシストするとともに、運転者によってさらにアクセルペダル操作が行われた場合に、リスク度がどのように変化するかをアクセルペダル反力特性の傾きとして運転者に知らせることが可能となる。

【0065】同様に、ブレーキペダル反力制御装置90は、コントローラ50から入力された制御指令値に応じて、ブレーキブースタ91を制御し、図17に示すようにブレーキペダル特性を変更する。図17において、反力制御を行わない場合の通常のブレーキペダル反力特性

を破線で示す。図17に示すように、操作量 θAB である現在のブレーキペダル反力は、反力制御指令値 $FB(0)=0$ であるので、通常の反力と同じである。ブレーキペダル92が現在の操作量 θAB から、 $+\Delta AB$ だけ操作された場合には、前後方向リスク度 $RPlongitudinal$ が大きくなるので、通常特性よりも $FB(+)$ だけ小さいブレーキペダル反力を発生させる。一方、ブレーキペダル92が現在の操作量 θAB から $-\Delta AB$ だけ操作された場合は、反力制御指令値 $FB(-)=0$ であるので、ブレーキペダル反力特性は変更しない。これにより、現時点でのリスク度をブレーキペダル反力として発生させて運転者のブレーキペダル操作をアシストするとともに、運転者によってさらにブレーキペダル操作が行われた場合に、リスク度がどのように変化するかをブレーキペダル反力特性の傾きとして運転者に知らせることが可能となる。

【0066】操舵反力制御装置60は、コントローラ50から入力された制御指令値に応じて、サーボモータ61を制御し、図18に示すように操舵反力特性を変更する。図18において、反力制御を行わない場合の通常の操舵反力特性を破線で示す。図18に示すように、操作量 θS である現在の操舵反力は、通常の操舵反力より $FS(0)$ だけ大きくなっている。さらに、ハンドル操舵角が現在の操作量 θS より $+\Delta S$ 、 $-\Delta S$ だけ操作された場合には、それぞれ $FS(+)$ 、 $FS(-)$ だけ操舵反力を増加させる。これにより、現時点でのリスク度を操舵反力として発生させて運転者の操舵操作をアシストすることができるとともに、運転者によってさらにハンドル操舵が行われた場合に、どのようにリスク度が変化するかを操舵反力の傾きとして運転者に知らせることが可能となる。

【0067】このように、本発明の第2の実施の形態による車両用運転操作補助装置は、上述した第1の実施の形態と同様に、反力制御指令値 FA 、 FB 、 FS に応じて、前後・左右からの操作反力の合力が、各々の障害物 k からのリスク度を総合的に加算した方向から発生する。これにより、加減速操作と操舵操作とを組み合わせることで運転者の運転操作をよりリスク度が低い方向へ促すことが可能となる。

【0068】また、アクセル/ブレーキペダル操作量およびハンドル操作量の変化に対するリスク度の変化を予測し、総合的なリスク度が、運転者の運転操作によって現状よりも高くなる場合には、制御量、すなわち発生させる操作反力を増加し、現状よりも低くなる場合には、制御量、すなわち発生させる操作反力を減少させるように制御する。なお、ブレーキペダル反力制御については、リスク度が現状よりも高くなる場合には反力を低下させてブレーキペダル92を踏み込みやすくし、現状よりも低くなる場合には反力を増加あるいは固定する。このように、運転者は、現時点でのリスク度に応じて、そ

のリスク度を低下させるための操作、つまり加減速操作および操舵操作を促されるとともに、自らの運転操作の変化に対するリスク度の変化を反力特性の変化として理解することができ、より適切な操作の方向へと促される。

【0069】上述したように、本発明の第2の実施の形態においては、上述した第1の実施の形態の効果に加えて、以下のような効果を奏することができる。

【0070】現在予測される将来の前後方向および左右方向の操作量変化に対するリスク度の変化を予測し、予測されるリスク度の変化に応じて、前後方向制御量および左右方向制御量の配分を決定する。これにより、現時点でのリスク度だけでなく、運転者による車両機器の操作によって変化するリスク度まで考慮して、適切に前後方向および左右方向の操作をアシストすることができる。

【0071】《第3の実施の形態》本発明の第3の実施の形態による車両用運転操作補助装置について、以下に説明する。第3の実施の形態による車両用運転操作補助装置の構成は、図1および図2を用いて説明した第1および第2の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。ここでは、第1および第2の実施の形態との相違点を主に説明する。以下に、第3の実施の形態の作用の概略を説明する。

【0072】コントローラ50により、自車両の走行車速、および自車両と自車前方や後側方に存在する他車両との相対位置やその移動方向と、自車両の車線識別線（白線）に対する相対位置等の自車両周囲の障害物状況を認識する。コントローラ50は、認識した障害物状況に基づいて、各障害物に対する自車両のリスク度を求める。コントローラ50はさらに、各障害物に対するリスク度を加算して全リスク度の方向、つまり総合的なリスク度が自車両に対してどの方向から発生しているかを算出し、その方向に応じて前後・左右のリスク度に対するゲインを算出する。さらに、算出したこれらの値に基づいて、前後方向の反力制御量および左右方向の反力制御量を算出する。

【0073】コントローラ50で算出された前後・左右の反力制御量は、反力制御指令値として、アクセルペダル反力制御装置80、ブレーキペダル反力制御装置90および操舵反力制御装置60へそれぞれ出力される。アクセルペダル反力制御装置80、ブレーキペダル反力制御装置90および操舵反力制御装置60は、反力制御指令値に応じて、サーボモータ81、ブレーキブースタ91およびサーボモータ61をそれぞれ制御して反力特性を変更し、運転者の実際のアクセルペダル・ブレーキペダル操作量およびハンドル操舵角を適切な値に促すように制御する。

【0074】上述した制御において、どのように反力特性指令値、すなわち反力制御指令値を決定するかについ

て、以下に、図19を用いて説明する。図19は、本発明の第3の実施の形態によるコントローラ50における運転操作補助制御処理の処理手順を示すフローチャートである。なお、本処理内容は、一定間隔、例えば50ms毎に連続的に実行される。

【0075】コントローラ50の処理フロー（図19）－

ステップS410～ステップS460では、走行状態の読み込み、各障害物kに対するリスク度 RP_k の算出、および算出したリスク度の前後・左右方向毎の加算の処理が行われる。これらの処理は、上述した第1の実施の形態におけるステップS110～ステップS160での処理（図3参照）と同様であるので、詳細な説明を省略する。

【0076】ステップS470では、ステップS450、ステップS460で算出された総合的な前後・左右方向のリスク度 $RP_{longitudinal}$ 、 $RP_{lateral}$ から、全リスク度の方向 ϕ_{ALL} 、すなわち総合的なリスク度が自車両に対してどの方向から発生しているかを算出する。全リスク度の方向 ϕ_{ALL} は、以下の（式8）を用いて算出される。

【数8】

$$\phi_{ALL} = \tan^{-1} \frac{RP_{lateral}}{RP_{longitudinal}}$$

（式8）

ここで、障害物からのリスク度が自車正面から発生する場合に $\phi_{ALL} = 0$ 度、自車後側から発生する場合に $\phi_{ALL} = 180$ 度とし、リスク度が右側あるいは左側から発生する場合に、 $|\phi_{ALL}| = 90$ 度とする。

【0077】ステップS480では、ステップS470で算出した全リスク度方向 ϕ_{ALL} の絶対値に応じて、前後・左右方向制御指令値に対するゲインをそれぞれ算出する。ここで、前後方向ゲイン $G_{longitudinal}$ 、左右方向ゲイン $G_{lateral}$ は、図20に示すように設定される。なお、図20において、横軸を全リスク度方向 ϕ_{ALL} の絶対値とし、縦軸を前後方向ゲイン $G_{longitudinal}$ および左右方向ゲイン $G_{lateral}$ とする。図20に示すように、前後方向ゲイン $G_{longitudinal}$ は、全リスク度方向 ϕ_{ALL} の絶対値が小さい領域、つまり $|\phi_{ALL}|$ が所定値 ϕ_1 よりも小さく障害物からの総合的なリスク度がほぼ自車前方から発生するとみなされる場合に、1に設定される。前後方向ゲイン $G_{longitudinal}$ は、全リスク度方向 ϕ_{ALL} の絶対値が所定値 ϕ_1 を超えて大きくなるほど、小さくなり、 ϕ_{ALL} の絶対値が90度以上の領域、つまり障害物からのリスク度が自車後側方および後方から発生するとみなされる場合に、0となる。

【0078】また、図20に示すように、左右方向ゲ

ンG l a t e r a l は、全リスク度方向 ϕ A L L の絶対値が90度付近、つまり障害物からのリスク度が車両横方向から発生するとみなされる場合に、1となり、 ϕ A L L の絶対値が0度付近あるいは180度付近でゼロとなる。

【0079】ステップS480では、まず上述した第1の実施の形態のステップS170（図3参照）と同様に、前後方向リスク度R P l o n g i t u d i n a l から、前後方向制御指令値、すなわちアクセルペダル反力制御装置80への反力制御指令値F A と、ブレーキペダル反力制御装置90への反力制御指令値F B とを算出する。反力制御指令値F A、F B は、それぞれ図6、図7に示すように算出する。さらに、算出した反力制御指令値F A、F B に、ステップS480で算出した前後方向ゲインG l o n g i t u d i n a l をそれぞれ積算し、実際にアクセルペダル反力制御装置80およびブレーキペダル反力制御装置90に出力する指令値とする。

【0080】ステップS500では、まず、上述した第1の実施の形態と同様に（図3ステップS180参照）、左右方向リスク度R P l a t e r a l から、左右方向制御指令値、すなわち操舵反力制御装置60への反力制御指令値F S を算出する。反力制御指令値F S は、図8に示すように算出する。さらに、算出した反力制御指令値F S に、ステップS480で算出した左右方向ゲインG l a t e r a l を積算し、実際に操舵反力制御装置60に出力する指令値とする。

【0081】ステップS510では、ステップS490およびステップS500で算出した各制御指令値F A、F B、F S を、アクセルペダル反力制御装置80、ブレーキペダル反力制御装置90および操舵反力制御装置60へとそれぞれ出力し、今回の処理を終了する。

【0082】このように、本発明の第3の実施の形態による車両用運転操作補助装置は、上述した第1および第2の実施の形態と同様に、反力制御指令値F A、F B、F S に応じて、前後・左右からの操作反力の合力が、各々の障害物kからのリスク度を総合的に加算した方向から発生する。これにより、加減速操作と操舵操作とを組み合わせることで運転者の運転操作をよりリスク度が低い方向へ促すことが可能となる。

【0083】また、各障害物kから発生するリスク度を積算した全リスク度の方向 ϕ A L L を算出し、全リスク度方向 ϕ A L L に応じて前後・左右方向ゲインを設定する。そして、前後・左右方向反力制御指令値に、前後・左右方向ゲインをそれぞれ積算することによって実際に出力する反力制御指令値を設定するので、総合的なリスク度の方向に応じた操作反力制御を行うことができる。運転者にとっては、発生する操作反力が前後・左右のいずれの方向からのリスク度によるものかを容易に理解することができ、運転者の操作をより適切な方向へと促すことが可能となる。

【0084】以上説明したように、本発明の第3の実施の形態においては、車両周囲の障害物状況、つまり総合的なリスク度に応じて、前後方向あるいは左右方向に発生させる制御量、すなわち操作反力の重み付けを変更するので、より詳細な操作反力制御を行い、運転者の運転操作をアシストすることができる。なお、操作反力の重み付けだけでなく、車両周囲の障害物状況に応じて操作反力を発生させるタイミングを変更してもよい。例えば、障害物が車両斜め前方に存在する場合、始めに前後方向の操作反力制御を行い、その後左右方向の操作反力制御を行うようにすることができる。

【0085】上述したように、本発明の第3の実施の形態においては、上述した第1および第2の実施の形態の効果に加えて、以下のような効果を奏することができる。

【0086】各障害物kに対するリスク度R P k を積算して総合的なリスク度の発生する方向 ϕ A L L を算出し、これに基づいて前後方向制御量および左右方向制御量を決定する。これにより、前後・左右のリスク度が互いに影響しあっていることを操作反力として運転者に明確に知らせることができ、運転者による操作を適切にアシストすることができる。

【0087】なお、上述した本発明の一実施の形態においては、余裕時間T T C の関数としてリスク度R P を算出したが、車両周囲の障害物状況に応じて障害物に対するリスク度を的確に示すことができれば、余裕時間T T C を用いずにリスク度を算出してもよい。また、余裕時間T T C k、リスク度R P k を算出する際に、各障害物kまでの相対距離、相対速度のばらつき σ (D k)、 σ (V r k)、および各障害物kの重みw k をそれぞれ考慮したが、これには限定されない。例えば、ばらつき σ を考慮せずに余裕時間T T C k を算出してもよいし、重みw k を考慮せずにリスク度R P k を算出してもよい。また、ばらつき σ を設定する際に、検出器の種別のみに応じてばらつき σ を設定してもよいし、検出器の種別と障害物の種別とを組み合わせればばらつき σ を決定してもよい。ただし、検出器の種別および障害物の種別に応じてばらつき σ を決定し、ばらつき σ と重みw k とを考慮することにより、より精度の高い余裕時間およびリスク度を算出することができる。

【0088】また、アクセルペダル反力制御装置80およびブレーキペダル反力制御装置90を用いて車両の前後方向の運動を制御するように構成したが、これには限定されず、例えばいずれか一方のみを用いてもよい。すなわち、本発明においては、アクセルペダル、ブレーキペダルまたはハンドルに限らず、種々の車両機器の作動を制御して運転者による車両前後方向および左右方向の運転操作を適切な方向へと促すことができればよい。

【0089】上述した第2の実施の形態においては、アクセル/ブレーキペダル踏み込み量 θ A B としてアクセ

ルペダル操作量またはブレーキペダル操作量を検出したが、アクセルペダル 82 とブレーキペダル 92 とが同時に操作された場合は、両方の操作量を足しあわせたものを踏み込み量 θAB としてもよい。

【0090】以上説明した本発明による車両用運転操作補助装置の一実施の形態においては、障害物検出手段として、レーザレーダ 10、前方カメラ 20、後側方カメラ 21 および車速センサ 30 を用いたが、自車両周囲に存在する一つ以上の障害物を検出することができればこれには限定されず、例えばミリ波レーダを用いてもよい。また、障害物認識手段、リスク度判定手段、配分調整手段、リスク度変化予測手段、全リスク度方向算出手段および総合的リスク度判定手段として、コントローラ 50 を用いたが、本発明による車両用運転操作補助装置は、これには限定されない。例えば、前方カメラ 20 および後側方カメラ 21 から入力される画像信号に画像処理を施す画像処理装置を設け、これを障害物認識手段としてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態による車両用運転操作補助装置のシステム図。

【図 2】 図 1 に示す車両用運転操作補助装置を搭載した車両の構成図。

【図 3】 第 1 の実施の形態の車両用運転操作補助装置における運転操作補助制御プログラムの処理手順を示すフローチャート。

【図 4】 (a) (b) センサ種別によるばらつきの大きさを示す図。

【図 5】 (a) (b) 障害物種別によるばらつきの大きさを示す図。

【図 6】 本発明の第 1 の実施の形態の作用を示す説明図。

【図 7】 本発明の第 1 の実施の形態の作用を示す説明図。

【図 8】 本発明の第 1 の実施の形態の作用を示す説明図。

【図 9】 第 2 の実施の形態の車両用運転操作補助装置

における運転操作補助制御プログラムの処理手順を示すフローチャート。

【図 10】 本発明の第 2 の実施の形態の作用を示す説明図。

【図 11】 本発明の第 2 の実施の形態の作用を示す説明図。

【図 12】 本発明の第 2 の実施の形態の作用を示す説明図。

【図 13】 本発明の第 2 の実施の形態の作用を示す説明図。

【図 14】 本発明の第 2 の実施の形態の作用を示す説明図。

【図 15】 本発明の第 2 の実施の形態の作用を示す説明図。

【図 16】 本発明の第 2 の実施の形態の作用を示す説明図。

【図 17】 本発明の第 2 の実施の形態の作用を示す説明図。

【図 18】 本発明の第 2 の実施の形態の作用を示す説明図。

【図 19】 第 3 の実施の形態の車両用運転操作補助装置における運転操作補助制御プログラムの処理手順を示すフローチャート。

【図 20】 本発明の第 3 の実施の形態の作用を示す説明図。

【符号の説明】

10：レーザレーダ

20：前方カメラ

21：後側方カメラ

30：車速センサ

50：コントローラ

60：操舵反力制御装置

61：サーボモータ

80：アクセルペダル反力制御装置

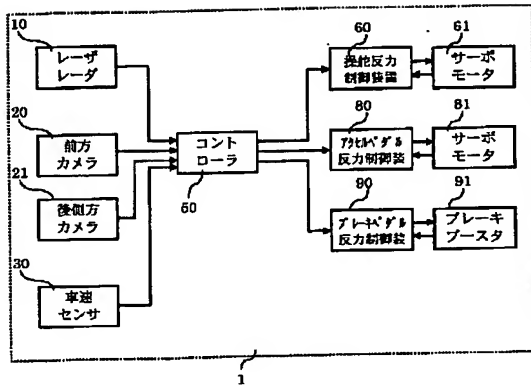
81：サーボモータ

90：ブレーキペダル反力制御装置

91：ブレーキブースタ

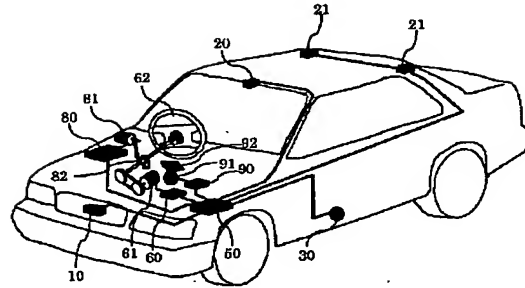
【図1】

【図1】

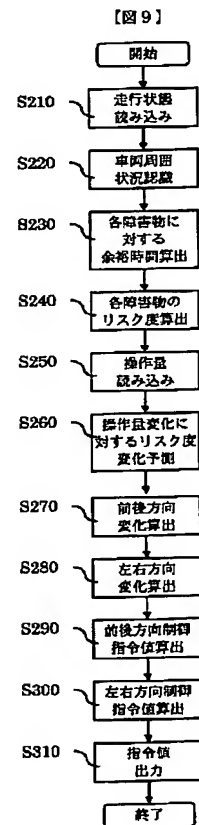


【図2】

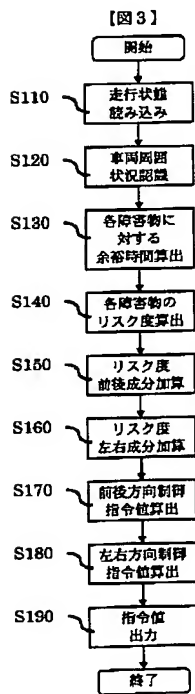
【図2】



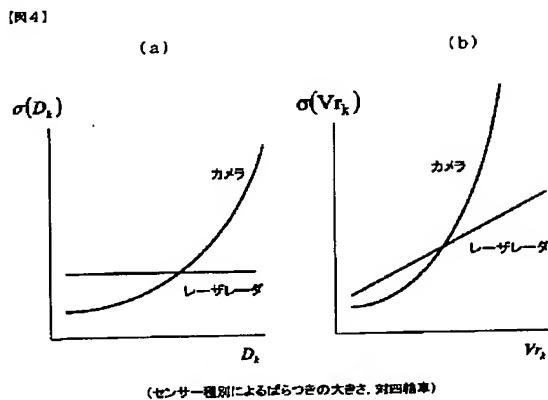
【図9】



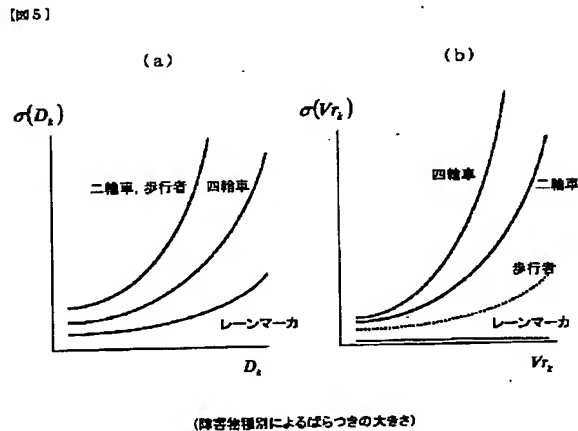
【図3】



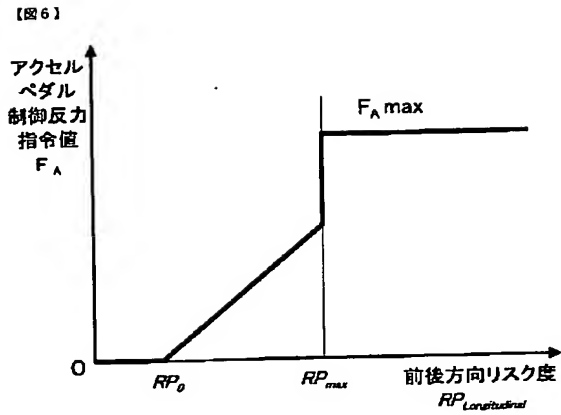
【図4】



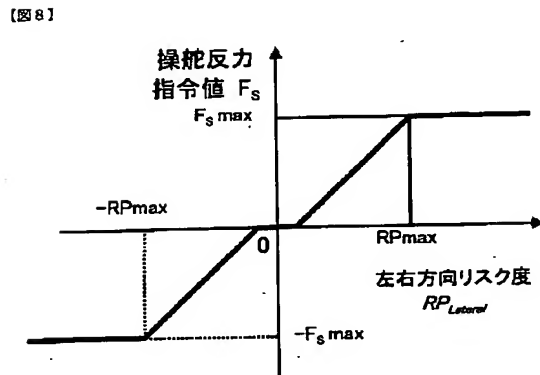
【図5】



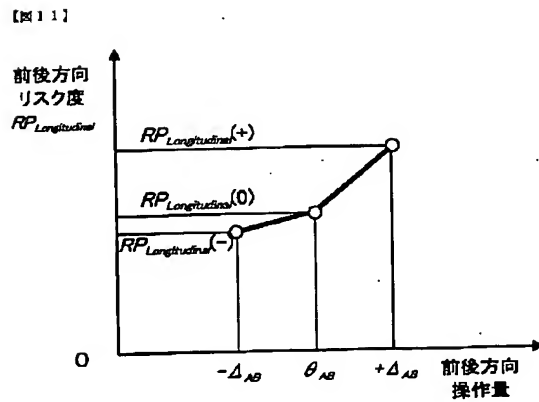
【図6】



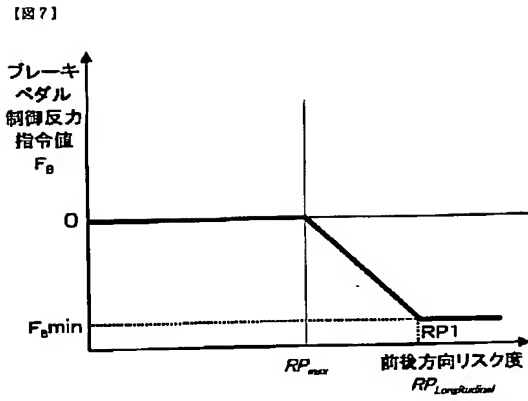
【図8】



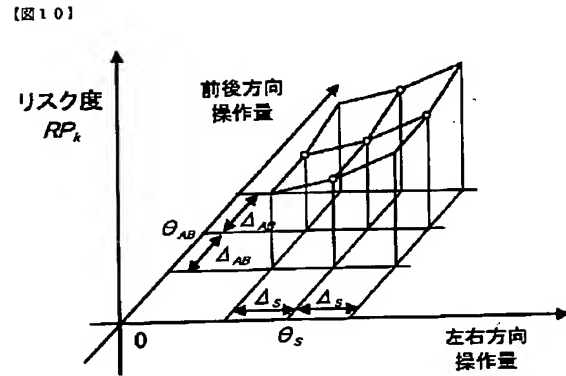
【図11】



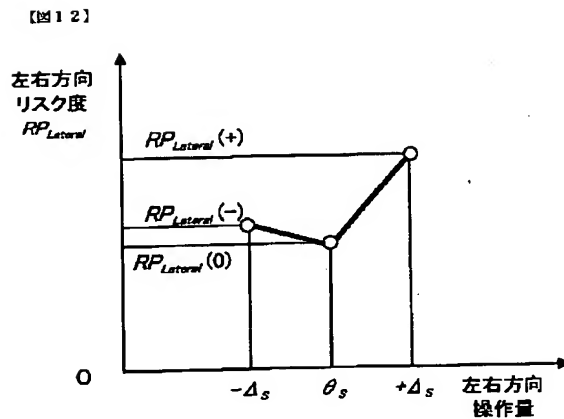
【図7】



【図10】

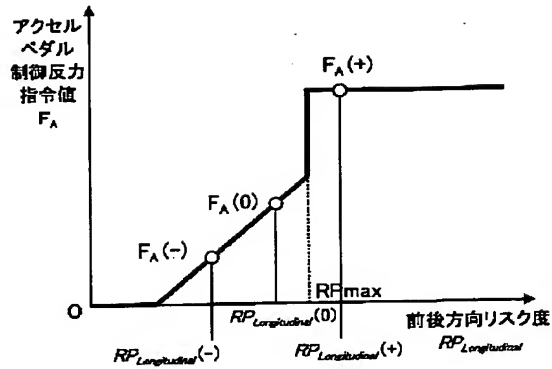


【図12】



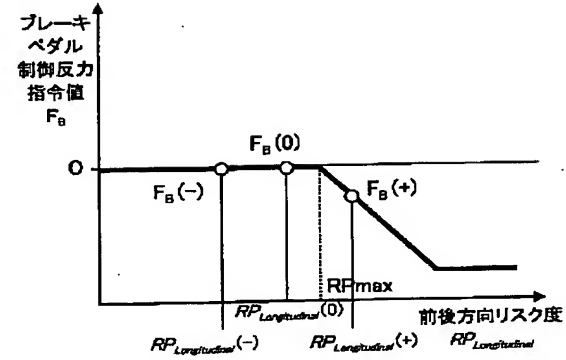
【図13】

【図13】



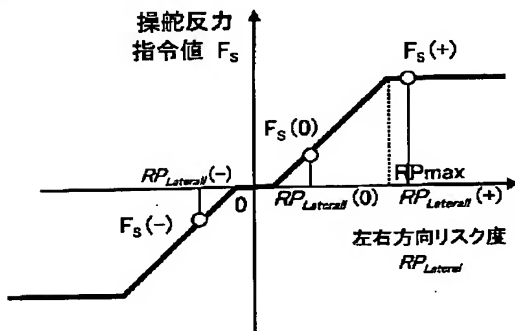
【図14】

【図14】



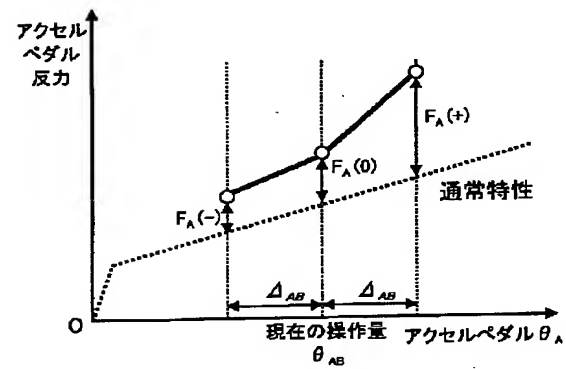
【図15】

【図15】



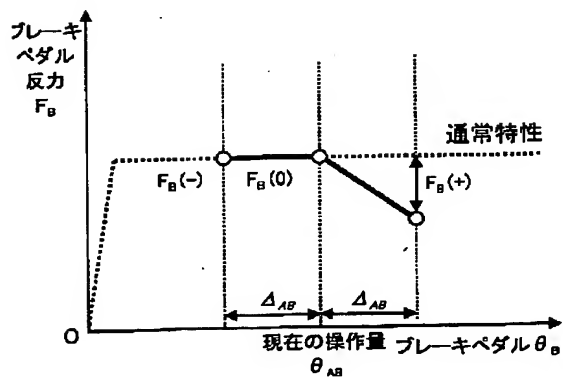
【図16】

【図16】



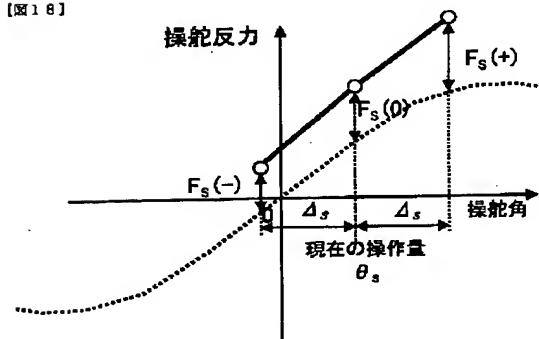
【図17】

【図17】



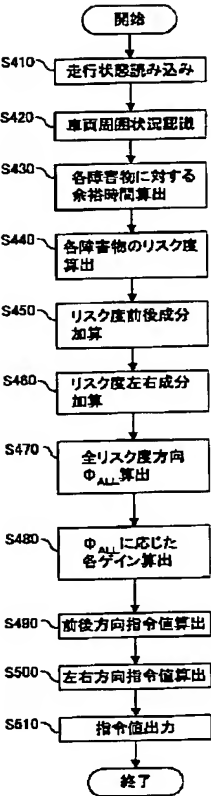
【図18】

【図18】



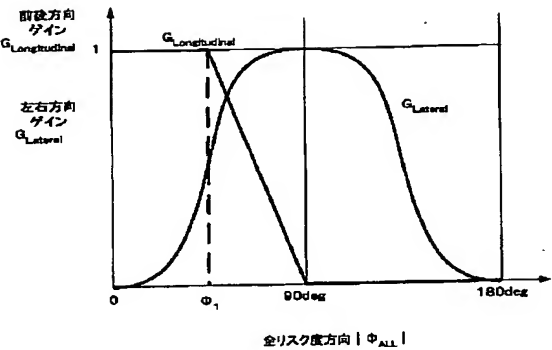
【図19】

【図19】



【図20】

【図20】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷		識別記号	F I	テーマコード (参考)
B 6 0 R 21/00				
		6 2 4	B 6 0 R 21/00	6 2 4 B
				6 2 4 C
				6 2 4 D
				6 2 4 F
B 6 2 D 6/00			B 6 2 D 6/00	
F 0 2 D 11/02			F 0 2 D 11/02	K
G 0 8 G 1/16			G 0 8 G 1/16	E
//	B 6 0 T 7/12		B 6 0 T 7/12	C
B 6 2 D 101:00			B 6 2 D 101:00	
137:00			137:00	

F ターム(参考) 3D032 CC03 DA23 DA77 DA78 DA84
DA88 DA92 DA93 DC38 EB12
EC29 FF01 FF07 GG01
3D041 AA65 AA66 AA76 AA77 AB01
AC00 AC01 AC27 AC30 AD10
AD41 AD46 AD51 AE00 AE02
AE41 AF01
3D046 BB18 GG02 GG10 HH02 HH05
HH08 HH20 HH22
3G065 CA17 CA21 DA05 GA11 GA29
GA46 JA19
5H180 CC03 CC14 LL01 LL04 LL06
LL09 LL20